

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC929 U.S. PTO
09/891192
06/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-192459

出 願 人

Applicant(s):

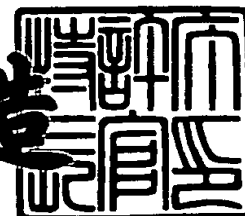
松下電器産業株式会社

#3
J.G.
9-21-01

2001年 4月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3036144

【書類名】 特許願

【整理番号】 7411210255

【提出日】 平成12年 6月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 入江 重夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン形成方法及び半導体装置の製造装置

【特許請求の範囲】

・ 【請求項 1】 基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

前記レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、

プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えたパターン形成方法において、

前記プリベーク工程及び前記露光工程は、前記レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 2】 大気又は不活性ガスの雰囲気中に保たれた第 1 の処理室において、基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室において、前記レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、

プリベークされた前記レジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 3 の処理室に移送した後、該第 3 の処理室において、プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜を前記第 1 の処理室に移送した後、該第 1 の処理室において、パターン露光された前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えていることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 3】 基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

前記レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、

プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜をポストベークするポストベーク工程と、

ポストバークされた前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えたパターン形成方法において、

前記プリバーク工程、前記露光工程及び前記ポストバーク工程は、前記レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 4】 大気又は不活性ガスの雰囲気中に保たれた第 1 の処理室において、基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室において、前記レジスト膜をプリバークするプリバーク工程と、

プリバークされた前記レジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 3 の処理室に移送した後、該第 3 の処理室において、プリバークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜をインラインで前記第 2 の処理室に移送した後、該第 2 の処理室において、パターン露光された前記レジスト膜をポストバークするポストバーク工程と、

ポストバークされた前記レジスト膜を前記第 1 の処理室に移送した後、該第 1 の処理室において、パターン露光された前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えていることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 5】 基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

前記レジスト膜をプリバークするプリバーク工程と、

プリバークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜をポストバークするポストバーク工程と、
ポストバークされた前記レジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するシリル化工程と、

表面に前記シリル化層が形成された前記レジスト膜に対して前記シリル化層を

ハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するドライ現像工程とを備えたパターン形成方法において、

前記プリベーク工程、前記露光工程、前記ポストベーク工程及び前記シリル化工程及び前記ドライ現像工程は、前記レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 6】 大気又は不活性ガスの雰囲気に保たれた第 1 の処理室において、基板上にフォトリソ材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、

内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室において、前記レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、

プリベークされた前記レジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 3 の処理室に移送した後、該第 3 の処理室において、プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、

パターン露光された前記レジスト膜をインラインで前記第 2 の処理室に移送した後、該第 2 の処理室において、パターン露光された前記レジスト膜をポストベークするポストベーク工程と、

ポストベークされた前記レジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 4 の処理室に移送した後、該第 4 の処理室において、ポストベークされた前記レジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するシリル化工程と、

表面に前記シリル化層が形成された前記レジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 5 の処理室に移送した後、該第 5 の処理室において、表面に前記シリル化層が形成された前記レジスト膜に対して前記シリル化層をハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するドライ現像工程とを備えていることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 7】 前記プリベーク工程は、前記レジスト膜に該レジスト膜が感光しない程度の長波長光を照射しながら前記レジスト膜を加熱する工程を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のパターン形成方法。

【請求項 8】 基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成すると共にパ

ターン露光された前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成するための第1の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、レジスト膜をプリベークするための第2の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第3の処理室とを備えていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項9】 基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成すると共にパターン露光された前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成するための第1の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、レジスト膜をプリベークすると共にパターン露光された前記レジスト膜をポストベークするための第2の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第3の処理室とを備えていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項10】 基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するための第1の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、前記レジスト膜をプリベークすると共にパターン露光された前記レジスト膜をポストベークするための第2の処理室と、

内部が真空状態に保たれており、プリベークされた前記レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第3の処理室と、

ポストベークされた前記レジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するための第4の処理室と、

表面に前記シリル化層が形成された前記レジスト膜に対して前記シリル化層をハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するための第5の処理室とを備えていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項11】 前記第2の処理室は、前記レジスト膜に対して該レジスト膜が感光しない程度の長波長光を照射する手段を有していることを特徴とする請求

項 8 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 1 2】 前記第 2 の処理室は、前記レジスト膜から発生するガスを強制的に外部に排出する手段を有していることを特徴とする請求項 8 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明に属する技術分野】

本発明は、レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射して微細なレジストパターンを形成する方法及び該方法に用いる半導体装置の製造装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体集積回路を構成する半導体素子の微細化に伴って、配線のパターン寸法の微細化が求められている。微細なパターンを加工するためにはリソグラフィ技術が不可欠であり、特に、 $0.07\mu\text{m}$ 以下の配線幅を有するパターンの形成工程においては、例えば 13nm 帯の波長を持つ極端紫外光（EUV 光；Extreme Ultra-Violet）を露光光とするリソグラフィ技術が非常に期待されている。

【 0 0 0 3 】

EUV 光は波長が短いため、従来のクリプトンフロライド（KrF）エキシマレーザ（波長： 248nm 帯）又はアルゴンフロライド（ArF）エキシマレーザ（波長： 193nm 帯）を用いるリソグラフィのように空气中又は窒素の雰囲気中で露光を行なうと、露光光が酸素分子又は窒素分子に吸収されてしまう。このため、EUV 露光は真空中で行なう必要がある。

【 0 0 0 4 】

従って、EUV 光を用いて例えば化学増幅型レジストからなるレジストパターンを形成する方法は次のようにして行なわれる。

【 0 0 0 5 】

まず、大気中において、基板上に化学増幅型レジスト材料を塗布してレジスト膜を形成した後、レジスト膜をプリバークしてレジスト膜に含まれている溶媒を

揮散させる。

【0006】

次に、真空中において、レジスト膜に対してEUV光をフォトマスクを介して照射して、フォトマスクのパターンをレジスト膜に転写する。

【0007】

次に、大気中において、レジスト膜に対してポストバーク（露光後バーク）を行なって、レジスト膜の露光部又は未露光部において選択的に酸を拡散させた後、レジスト膜を現像液により現像してレジストパターンを形成する。

【0008】

尚、非化学増幅型レジストからなるレジストパターンを形成する場合には、真空中においてレジスト膜にEUV光をフォトマスクを介して照射した後、大気中において、ポストバークを行なうことなくレジスト膜を現像して、レジストパターンを形成する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、本件発明者がEUV光をレジスト膜に照射してレジストパターンを形成した後、該レジストパターンをマスクとして被エッチング膜に対してドライエッチングを行なうと、被エッチング膜に形成されるパターンの壁面にラフネスが現われてしまうという問題に直面した。

【0010】

前記に鑑み、本発明は、EUV光をレジスト膜に照射して得られたレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なったときに、被エッチング膜に形成されるパターンの壁面にラフネスが現われないようにすることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本件発明者は、EUV光をレジスト膜に照射して得られたレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なったときに、被エッチング膜に形成されるパターンの壁面にラフネスが現われる理由について検討した結果、以下のことに気がついた。

【 0 0 1 2 】

まず、EUV露光は、EUV光を真空中において約100eVという高エネルギーでレジスト膜に照射するため、レジスト膜に脱ガス現象が起きて、レジスト膜から発生するガス（例えばCO₂ガス）から生成される反応生成物（例えばCO_x（ $x < 2$ ））がレジストパターンの壁面に付着するので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われる。このため、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われると考えられる。

【 0 0 1 3 】

また、被エッチング膜に対してレジストパターンをマスクとしてプラズマエッチングを行なって被エッチング膜からなるパターンを形成する場合には、チャンパー内に発生しているプラズマに、レジスト膜から発生したガス（例えばCO₂ガス）が混合されるため、エッチングの途中でプラズマの状態が変化し、このため、被エッチング膜からなるパターンの壁面にラフネスが現われると考えられる。

【 0 0 1 4 】

さらに、化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成する場合には、プリベークされたレジスト膜をパターン露光をするための露光装置に搬送する際に、レジスト膜の表面がアンモニアなどのアルカリ性物質の影響を受けて、レジスト膜の表面にアルカリ性現像液に溶解し難い難溶化層が形成されるために、微細なレジストパターンを形成することができないという問題もある。

【 0 0 1 5 】

本発明は、前記の知見に基づいて成されたものであって、具体的には以下の通りである。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る第1のパターン形成方法は、基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えたパターン形成方法を前提と

し、プリベーク工程及び露光工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれる。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る第 2 のパターン形成方法は、大気又は不活性ガスの雰囲気中に保たれた第 1 の処理室において、基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室において、レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、プリベークされたレジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 3 の処理室に移送した後、該第 3 の処理室において、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜を第 1 の処理室に移送した後、該第 1 の処理室において、パターン露光されたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えている。

【 0 0 1 8 】

第 1 又は第 2 のパターン形成方法によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 1 9 】

特に第 2 のパターン形成方法によると、プリベーク工程と露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及び EUV 光の露光量の低下を防止することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る第 3 のパターン形成方法は、基板上に化学増幅型レジスト材料か

らなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜をポストベークするポストベーク工程と、ポストベークされたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えたパターン形成方法を前提とし、プリベーク工程、露光工程及びポストベーク工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれる。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る第4のパターン形成方法は、大気又は不活性ガスの雰囲気中に保たれた第1の処理室において、基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、内部が真空状態に保たれた第2の処理室において、レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、プリベークされたレジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第3の処理室に移送した後、該第3の処理室において、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜をインラインで第2の処理室に移送した後、該第2の処理室において、パターン露光されたレジスト膜をポストベークするポストベーク工程と、ポストベークされたレジスト膜を第1の処理室に移送した後、該第1の処理室において、パターン露光されたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像工程とを備えている。

【 0 0 2 2 】

第3又は第4のパターン形成方法によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 2 3 】

また、ポストバーク工程は真空中で行なわれるため、ポストバーク工程においてもレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、プラズマエッチングを行なって被エッチング膜からなるパターンを形成する場合、チャンバー内に発生しているプラズマに、レジスト膜から発生したガスが混合される事態を抑制することができる。このため、エッチング工程の途中でプラズマの状態が変化する事態を防止できるので、被エッチング膜からなるパターンの壁面にラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 2 4 】

また、プリバーク工程、露光工程及びポストバーク工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれるため、化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜が大気中のアンモニアなどのアルカリ性物質の影響を受けないので、レジスト膜の表面にアルカリ性現像液に溶解し難い難溶化層が形成されず、これによって、微細なレジストパターンを形成することができる。

【 0 0 2 5 】

特に第4のパターン形成方法によると、プリバーク工程及びポストバーク工程と、露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及びEUV光の露光量の低下を防止することができる。

【 0 0 2 6 】

本発明に係る第5のパターン形成方法は、基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、レジスト膜をプリバークするプリバーク工程と、プリバークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜をポストバークするポストバーク工程と、ポストバークされたレジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するシリル化工程と、表面にシリル化層が形成されたレジスト膜に対してシリル化層をハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するドライ現像工程とを備えたパターン形成方法を前

提とし、プリベーク工程、露光工程、ポストベーク工程及びシリル化工程及びドライ現像工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれる。

【 0 0 2 7 】

本発明に係る第 6 のパターン形成方法は、大気又は不活性ガスの雰囲気中に保たれた第 1 の処理室において、基板上にフォトリソ材料からなるレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室において、レジスト膜をプリベークするプリベーク工程と、プリベークされたレジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 3 の処理室に移送した後、該第 3 の処理室において、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なう露光工程と、パターン露光されたレジスト膜をインラインで第 2 の処理室に移送した後、該第 2 の処理室において、パターン露光されたレジスト膜をポストベークするポストベーク工程と、ポストベークされたレジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 4 の処理室に移送した後、該第 4 の処理室において、ポストベークされたレジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するシリル化工程と、表面にシリル化層が形成されたレジスト膜をインラインで内部が真空状態に保たれた第 5 の処理室に移送した後、該第 5 の処理室において、表面にシリル化層が形成されたレジスト膜に対してシリル化層をハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するドライ現像工程とを備えている。

【 0 0 2 8 】

第 5 又は第 6 のパターン形成方法によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 2 9 】

また、ポストバーク工程は真空中で行なわれるため、ポストバーク工程においてもレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、レジスト膜に対してシリル化層をハードマスクとしてドライ現像（プラズマエッチング）を行なう現像工程及びプラズマエッチングにより被エッチング膜からなるパターンを形成する工程において、チャンバー内に発生しているプラズマにレジスト膜から発生したガスが混合される事態を抑制することができる。このため、プラズマエッチングの途中でプラズマの状態が変化する事態を防止することができる。

【 0 0 3 0 】

また、プリバーク工程、露光工程、ポストバーク工程及びシリル化工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれるため、化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜が大気中のアンモニアなどのアルカリ性物質の影響を受けないので、レジスト膜の表面にアルカリ性現像液に溶解し難い難溶化層が形成されない。従って、レジスト膜の表面にシリル化層を良好に形成できるので、微細なレジストパターンを確実に形成することができる。

【 0 0 3 1 】

特に、第 6 のパターン形成方法によると、プリバーク工程及びポストバーク工程と、露光工程と、シリル化工程と、ドライ現像工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及び E U V 光の露光量の低下を防止することができる。

【 0 0 3 2 】

第 1 ～ 第 6 のパターン形成方法において、プリバーク工程は、レジスト膜に該レジスト膜が感光しない程度の長波長光を照射しながらレジスト膜を加熱する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 3 3 】

このようにすると、プリバーク工程においてガスの放出が促進されるので、ガス放出のスループットが向上すると共に露光工程における脱ガス現象を一層抑制

することができる。

【 0 0 3 4 】

本発明に係る第 1 の半導体装置の製造装置は、基板上にレジスト材料からなるレジスト膜を形成すると共にパターン露光されたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成するための第 1 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、レジスト膜をプリベークするための第 2 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、プリベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第 3 の処理室とを備えている。

【 0 0 3 5 】

第 1 の半導体装置の製造装置によると、内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室においてプリベークを行なうことができるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 3 6 】

また、プリベーク工程と露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及び EUV 光の露光量の低下を防止することができる。

【 0 0 3 7 】

本発明に係る第 2 の半導体装置の製造装置は、基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成すると共にパターン露光されたレジスト膜を現像してレジストパターンを形成するための第 1 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、レジスト膜をプリベークすると共にパターン露光されたレジスト膜をポストベークするための第 2 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、プリベ

ークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第 3 の処理室とを備えている。

【 0 0 3 8 】

第 2 の半導体装置の製造装置によると、内部が真空状態に保たれた第 2 の処理室においてプリベークを行なうことができるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 3 9 】

また、プリベーク工程及びポストベーク工程と、露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及び EUV 光の露光量の低下を防止することができる。

【 0 0 4 0 】

また、プリベーク工程、露光工程及びポストベーク工程を、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なうため、化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜が大気中のアンモニアなどのアルカリ性物質の影響を受けないので、レジスト膜の表面にアルカリ性現像液に溶解し難い難溶化層が形成されず、これによって、微細なレジストパターンを形成することができる。

【 0 0 4 1 】

本発明に係る第 3 の半導体装置の製造装置は、基板上に化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜を形成するための第 1 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、レジスト膜をプリベークすると共にパターン露光されたレジスト膜をポストベークするための第 2 の処理室と、内部が真空状態に保たれており、プリ

ベークされたレジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射してパターン露光を行なうための第3の処理室と、ポストベークされたレジスト膜の表面に選択的にシリル化層を形成するための第4の処理室と、表面にシリル化層が形成されたレジスト膜に対してシリル化層をハードマスクとしてドライ現像を行なってレジストパターンを形成するための第5の処理室とを備えている。

【0042】

第3の半導体装置の製造装置によると、内部が真空状態に保たれた第2の処理室においてプリベークを行なうことができるため、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターンの壁面に付着し難くなるので、レジストパターンの壁面にラフネスが現われ難くなり、これによって、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【0043】

また、プリベーク工程及びポストベーク工程と、露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜の表面、フォトマスクの表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターンの形状劣化及びEUV光の露光量の低下を防止することができる。

【0044】

また、プリベーク工程、露光工程、ポストベーク工程及びシリル化工程は、レジスト膜を大気中に曝すことなく真空中において行なわれるため、化学増幅型レジスト材料からなるレジスト膜が大気中のアンモニアなどのアルカリ性物質の影響を受けないので、レジスト膜の表面にアルカリ性現像液に溶解し難い難溶化層が形成されない。また、プリベーク工程において酸の拡散が十分に行なわれるので、露光部と未露光部とのコンタクトが向上する。このため、レジスト膜の表面にシリル化層を良好に形成できるので、微細なレジストパターンを確実に形成す

ることができる。

【0045】

第1～第3の半導体装置の製造装置において、第2の処理室は、レジスト膜に対して該レジスト膜が感光しない程度の長波長光を照射する手段を有していることが好ましい。

【0046】

このようにすると、プリベーク工程においてガスの放出が促進されるので、露光工程における脱ガス現象を一層抑制することができる。

【0047】

第1～第3の半導体装置の製造装置において、第2の処理室は、レジスト膜から発生するガスを強制的に外部に排出する手段を有していることが好ましい。

【0048】

このようにすると、プリベーク工程において放出されたガスがレジスト膜の表面に再び付着してレジスト膜が悪影響を受ける事態を防止できる。

【0049】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）

以下、本発明の第1の実施形態に係るレジストパターンの形成方法について、図1（a）～（d）を参照しながら説明する。

【0050】

まず、図1（a）に示すように、スピンコーターにより半導体基板10の上に通常（非化学増幅型）のフォトリソ材料を塗布して、例えば130nmの膜厚を有するレジスト膜11を形成する。

【0051】

次に、図1（b）に示すように、 1.0×10^{-5} Pa程度の真空中において、半導体基板10をヒーター12により例えば90℃の温度下で60秒間加熱してレジスト膜11をプリベークする。このようにすると、プリベーク工程においてレジスト膜11に含まれる溶媒が揮散すると共に、レジスト膜11からCO₂ガスなどのガスが放出される。尚、プリベークされたレジスト膜11を真空中にお

いて300秒間程度放置しておく、レジスト膜11からのCO₂ガスなどのガスの放出が促進される。

【0052】

次に、図1(c)に示すように、 1.0×10^{-6} Pa程度の真空中において、図示しないEUV光源から出射された例えば13nm帯の波長を持つEUV光を反射型マスク13に導いた後、該反射型マスク13により反射されたEUV光14を反射縮小光学系15により例えば1/5程度に縮小してレジスト膜11に照射させてパターン露光を行なう。このようにすると、レジスト膜11に露光部11aと未露光部11bとが形成される。

【0053】

EUV光としては、波長が13nm帯の光に限定されず、3nm～50nm帯の光を適宜用いることができる。反射型マスク13としては、その種類を特に問わないが、例えばモリブデン膜とシリコン膜との多層膜からなるEUV光反射膜の上に、EUV光吸収体であるタンタルからなるマスクパターンが形成されたものを用いることができる。反射縮小光学系15は、モリブデン膜とシリコン膜との多層膜からなる反射面を有する数枚の反射ミラーにより構成されている。

【0054】

次に、図1(d)に示すように、大気中において、レジスト膜11を例えばキシレンなどの現像液によりウエット現像して、レジスト膜11の未露光部11bからなるレジストパターン16を形成する。

【0055】

第1の実施形態によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜11からCO₂ガスなどのガスが放出されるので、EUV光を真空中において高エネルギーでレジスト膜11に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜11から発生するCO₂ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターン16の壁面に付着し難くなるので、レジストパターン16の壁面にラフネスが現われ難くなる。従って、レジストパターン16をマスクとして、半導体基板10の上に形成されている被エッチング膜に対してドライエッ

チングを行なったときに、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 5 6 】

(第 2 の実施形態)

以下、本発明の第 2 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法について、図 2 (a) ~ (c) 及び図 3 (a) 、 (b) を参照しながら説明する。

【 0 0 5 7 】

まず、図 2 (a) に示すように、スピンコーターにより半導体基板 2 0 の上に化学増幅型のフォトリソ材料を塗布して、例えば 1 3 0 n m の膜厚を有するレジスト膜 2 1 を形成する。尚、化学増幅型のフォトリソ材料としては、 t -BOC (ターシャルブトキシカルボニル) からなる保護基を有するポリビニルフェノール樹脂を用いることができる。

【 0 0 5 8 】

次に、図 2 (b) に示すように、 1.0×10^{-5} P a 程度の真空中において、半導体基板 2 0 をヒーター 2 2 により例えば 1 1 0 ° C の温度下で 6 0 秒間加熱してレジスト膜 2 1 をプリバークする。このようにすると、プリバーク工程において、レジスト膜 2 1 から溶媒が揮散すると共に、レジスト膜 2 1 から CO_2 ガスなどのガスが放出される。尚、プリバークされたレジスト膜 2 1 を真空中において 3 0 0 秒間程度放置しておく、と、レジスト膜 2 1 からのガスの放出が促進される。

【 0 0 5 9 】

次に、図 2 (c) に示すように、 1.0×10^{-6} P a 程度の真空中において、図示しない E U V 光源から出射された例えば 1 3 n m 帯の波長を持つ E U V 光を反射型マスク 2 3 に導いた後、該反射型マスク 2 3 により反射された E U V 光 2 4 を反射縮小光学系 2 5 により例えば 1 / 5 程度に縮小してレジスト膜 2 1 に照射させてパターン露光を行なう。このようにすると、レジスト膜 2 1 に露光部 2 1 a と未露光部 2 1 b とが形成される。尚、E U V 光としては、波長が 1 3 n m 帯の光に限定されず、3 n m ~ 5 0 n m 帯の光を適宜用いることができると共に、反射型マスク 2 3 及び反射縮小光学系 2 5 としては、第 1 の実施形態と同様の

ものを用いることができる。

【0060】

次に、図3(a)に示すように、 1.0×10^{-5} Pa 程度の真空中において、半導体基板20をヒーター26により例えば130℃の温度下で60秒間加熱してレジスト膜21をポストバークする。このようにすると、レジスト膜21の露光部21a及び未露光部21bのうちパターン露光により酸が発生している部分において酸の拡散が促進されると共に、ポストバーク工程においても、レジスト膜21からCO₂ガスなどのガスが放出される。

【0061】

次に、図3(b)に示すように、大気中において、レジスト膜21を例えばTMAH（トリメチルアンモニウムハイドロオキシド）などの現像液によりウエット現像して、レジスト膜21の未露光部21bからなるレジストパターン27を形成する。

【0062】

第2の実施形態によると、プリバーク工程は真空中で行なわれるため、プリバーク工程においてレジスト膜21からCO₂ガスなどのガスが放出されるので、EUV光を真空中において高エネルギーでレジスト膜21に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜21から発生するCO₂ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターン27の壁面に付着し難くなるので、レジストパターン27の壁面にラフネスが現われ難くなる。従って、レジストパターン27をマスクとして、半導体基板20の上に形成されている被エッチング膜に対してドライエッチングを行なったときに、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【0063】

また、ポストバーク工程も真空中で行なわれるため、プラズマエッチングを行なって被エッチング膜からなるパターンを形成する場合、チャンバー内に発生しているプラズマに、レジスト膜21から発生したガスが混合される事態を低減できる。このため、エッチング工程の途中でプラズマの状態が変化する事態を防止

できるので、被エッチング膜からなるパターンの壁面にラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 6 4 】

(第 3 の実施形態)

以下、本発明の第 3 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法について、図 4 (a) ~ (c) 及び図 5 (a) ~ (c) を参照しながら説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、図 4 (a) に示すように、スピncerにより半導体基板 3 0 の上に化学増幅型のフォトリソ材料を塗布して、例えば 1 3 0 n m の膜厚を有するレジスト膜 3 1 を形成する。

【 0 0 6 6 】

次に、図 4 (b) に示すように、 1.0×10^{-5} P a 程度の真空中において、半導体基板 3 0 をヒーター 3 2 により例えば 1 1 0 ° C の温度下で 6 0 秒間加熱してレジスト膜 3 1 をプリベークする。このようにすると、プリベーク工程において、レジスト膜 3 1 から溶媒が揮散すると共に、レジスト膜 3 1 から C O ₂ ガスなどのガスが放出される。尚、プリベークされたレジスト膜 3 1 を真空中において 3 0 0 秒間程度放置しておく、レジスト膜 3 1 からのガスの放出が促進される。

【 0 0 6 7 】

次に、図 4 (c) に示すように、 1.0×10^{-6} P a 程度の真空中において、図示しない E U V 光源から出射された例えば 1 3 n m 帯の波長を持つ E U V 光を反射型マスク 3 3 に導いた後、該反射型マスク 3 3 により反射された E U V 光 3 4 を反射縮小光学系 3 5 により例えば 1 / 5 程度に縮小してレジスト膜 3 1 に照射させてパターン露光を行なう。このようにすると、レジスト膜 3 1 においては露光部 3 1 a と未露光部 3 1 b とが形成される。尚、E U V 光としては、波長が 1 3 n m 帯の光に限定されず、3 n m ~ 5 0 n m 帯の光を適宜用いることができると共に、反射型マスク 2 3 及び反射縮小光学系 2 5 としては、第 1 の実施形態と同様のものを用いることができる。

【 0 0 6 8 】

次に、図 5 (a) に示すように、 1.0×10^{-5} Pa 程度の真空中において、半導体基板 30 をヒーター 36 により例えば 130°C の温度下で 60 秒間加熱してレジスト膜 31 をポストバークする。このようにすると、レジスト膜 31 の露光部 31 a 及び未露光部 31 b のうちパターン露光により酸が発生している部分において酸の拡散が促進されると共に、ポストバーク工程においても、レジスト膜 31 から CO_2 ガスなどのガスが放出される。

【 0 0 6 9 】

次に、レジスト膜 31 の表面にシリル化剤を供給して、図 5 (b) に示すように、レジスト膜 31 の露光部 31 a 及び未露光部 31 b のうちパターン露光により酸が発生している部分 (図 5 (b) においては、未露光部 31 b に酸が発生している場合の例を示している。) の表面にシリル化層 37 を形成する。

【 0 0 7 0 】

次に、レジスト膜 31 に対してシリル化層 37 をハードマスクとしてプラズマエッチングを行なうドライ現像を行なって、図 5 (c) に示すように、レジスト膜 31 の未露光部 31 b からなるレジストパターン 38 を形成する。

【 0 0 7 1 】

第 3 の実施形態によると、プリバーク工程は真空中で行なわれるため、プリバーク工程においてレジスト膜 31 から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜 31 に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。このため、露光工程においては、レジスト膜 31 から発生する CO_2 ガスなどのガスに起因する反応生成物がレジストパターン 38 の壁面に付着し難くなるので、レジストパターン 38 の壁面にラフネスが現われ難くなる。従って、レジストパターン 38 をマスクとして、半導体基板 30 の上に形成されている被エッチング膜に対してドライエッチングを行なったときに、被エッチング膜からなるパターンの壁面にもラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 7 2 】

また、ポストバーク工程も真空中で行なわれるため、レジスト膜 31 に対してドライ現像 (プラズマエッチング) を行なってレジストパターン 38 を形成する

工程、及びプラズマエッチングにより被エッチング膜からなるパターンを形成する工程において、チャンバー内に発生しているプラズマに、レジスト膜 31 から発生したガスが混合される事態を低減できる。このため、プラズマエッチングの途中でプラズマの状態が変化する事態を防止できるので、良好なレジストパターンが得られると共に、被エッチング膜からなるパターンの壁面にラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 7 3 】

(第 4 の実施形態)

以下、本発明の第 4 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法及び該方法に用いられる半導体装置の製造装置について、図 1 (a) ~ (d) 及び図 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、図 6 に示すように、大気圧状態の空気で満たされている第 1 の処理室 110 において、図 1 (a) に示すように半導体基板 10 の上に通常（非化学増幅型）のフォトリソ材料を塗布してレジスト膜 11 を形成する。

【 0 0 7 5 】

次に、半導体基板 10 を、第 1 の処理室 110 から、内部が 1.0×10^{-5} Pa 程度の真空に保たれている第 2 の処理室 120 にインラインで移送した後、該第 2 の処理室 120 の内部において、図 1 (b) に示すように、半導体基板 10 をヒーター 12 により例えば 90°C の温度下で 60 秒間加熱してレジスト膜 11 をプリバークして、レジスト膜 11 に含まれる溶媒を揮散させると共にレジスト膜 11 から CO_2 ガスなどのガスを放出させる。

【 0 0 7 6 】

次に、半導体基板 10 を、第 2 の処理室 120 から、内部が 1.0×10^{-6} Pa 程度の真空に保たれている第 3 の処理室 130 にインラインで移送した後、該第 3 の処理室 130 の内部において、図 1 (c) に示すように、例えば 13 nm 帯の波長を持つ EUV 光を反射型マスク 13 に導いた後、該反射型マスク 13 により反射された EUV 光 14 を反射縮小光学系 15 により例えば $1/5$ 程度に縮小してレジスト膜 11 に照射させてパターン露光を行なって、レジスト膜 11 に

露光部 1 1 a と未露光部 1 1 b とを形成する。

【0 0 7 7】

次に、半導体基板 1 0 を、第 3 の処理室 1 3 0 から第 1 の処理室 1 1 0 にインラインで移送した後、第 1 の処理室 1 1 0 の内部において、レジスト膜 1 1 をウェット現像して、レジスト膜 1 1 の未露光部 1 1 b からなるレジストパターン 1 6 を形成する。

【0 0 7 8】

第 4 の実施形態によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜 1 1 から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜 1 1 に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。

【0 0 7 9】

ところで、プリベーク工程及び EUV 露光工程を、真空状態に保たれた同じチャンバー内で行なうことも可能であるが、同じチャンバー内で行なうと、プリベーク工程においてレジスト膜 1 1 から発生した CO_2 ガスなどの反応生成物がレジスト膜 1 1 の表面、反射型マスク 1 3 の表面又は光学系ミラーに付着する恐れがある。反応生成物がレジスト膜 1 1 の表面に付着するとレジストパターン 1 6 の形状劣化が起こり、反応生成物が反射型マスク 1 3 の表面又は光学系ミラーに付着すると、反射型マスク 1 3 又は光学系ミラーにより反射される EUV 光の露光量が低減する恐れがある。

【0 0 8 0】

これに対して、第 4 の実施形態のように、プリベーク工程と露光工程とを異なる処理室で行なうと、反応生成物がレジスト膜 1 1 の表面、反射型マスク 1 3 の表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターン 1 6 の形状劣化及び EUV 光の露光量の低下を防止することができる。

【0 0 8 1】

(第 5 の実施形態)

以下、本発明の第 5 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法及び該方法に用いられる半導体装置の製造装置について、図 2 (a) ~ (c)、図 3 (a)

、(b) 及び図 7 を参照しながら説明する。

【0082】

まず、図 7 に示すように、大気圧状態の空気で満たされている第 1 の処理室 210 において、図 2 (a) に示すように半導体基板 20 の上に化学増幅型のフォトレジスト材料を塗布してレジスト膜 21 を形成する。

【0083】

次に、半導体基板 20 を、第 1 の処理室 210 から、内部が 1.0×10^{-5} Pa 程度の真空中に保たれている第 2 の処理室 220 にインラインで移送した後、該第 2 の処理室 220 の内部において、図 2 (b) に示すように、半導体基板 20 をヒーター 22 により例えば 110°C の温度下で 60 秒間加熱してレジスト膜 21 をプリバークして、レジスト膜 21 から溶媒を揮散させると共にレジスト膜 21 から CO_2 ガスなどのガスを放出させる。

【0084】

次に、半導体基板 20 を、第 2 の処理室 220 から、内部が 1.0×10^{-6} Pa 程度の真空中に保たれている第 3 の処理室 230 にインラインで移送した後、該第 3 の処理室 230 の内部において、図 2 (c) に示すように、例えば 13 nm 帯の波長を持つ EUV 光を反射型マスク 23 に導いた後、該反射型マスク 23 により反射された EUV 光 24 を反射縮小光学系 25 により例えば 1/5 程度に縮小してレジスト膜 21 に照射させてパターン露光を行なって、レジスト膜 21 に露光部 21a と未露光部 21b とを形成する。

【0085】

次に、半導体基板 20 を、第 3 の処理室 230 から第 2 の処理室 220 にインラインで移送した後、該第 2 の処理室 220 の内部において、図 3 (a) に示すように、半導体基板 20 をヒーター 26 により例えば 130°C の温度下で 60 秒間加熱してレジスト膜 21 をポストバークして、レジスト膜 21 の露光部 21a 及び未露光部 21b のうちパターン露光により酸が発生している部分において酸の拡散を促進すると共に、レジスト膜 21 から CO_2 ガスなどのガスを放出させる。

【0086】

次に、半導体基板 2 0 を、第 2 の処理室 2 2 0 から第 1 の処理室 2 1 0 にインラインで移送した後、該第 1 の処理室 2 1 0 の内部において、図 3 (b) に示すように、レジスト膜 2 1 を例えば TMAH などの現像液によりウエット現像して、レジスト膜 2 1 の未露光部 2 1 b からなるレジストパターン 2 7 を形成する。

【0087】

第 5 の実施形態によると、プリベーク工程及びポストベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程及びポストベークにおいてレジスト膜 2 1 から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜 2 1 に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難いと共に、被エッチング膜に対するプラズマエッチングの途中でプラズマの状態が変化する事態を防止することができる。

【0088】

また、プリベーク工程及びポストベーク工程と、露光工程とを異なる処理室で行なうと共に、露光工程において脱ガスが少なくなるため、反応生成物がレジスト膜 2 1 の表面、反射型マスク 2 3 の表面又は光学系ミラーに付着する恐れがなくなるので、レジストパターン 2 7 の形状劣化及び EUV 光の露光量の低下を防止することができる。

【0089】

(第 6 の実施形態)

以下、本発明の第 6 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法及び該方法に用いられる半導体装置の製造装置について、図 4 (a) ~ (c)、図 5 (a) ~ (c) 及び図 8 を参照しながら説明する。

【0090】

まず、図 8 に示すように、大気圧状態の空気で満たされている第 1 の処理室 3 1 0 において、図 4 (a) に示すように半導体基板 3 0 の上に化学増幅型のフォトリソ材料を塗布してレジスト膜 3 1 を形成する。

【0091】

次に、半導体基板 3 0 を、第 1 の処理室 3 1 0 から、内部が $1.0 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 程度の真空中に保たれている第 2 の処理室 3 2 0 にインラインで移送した後、該

第2の処理室320の内部において、図4（b）に示すように、半導体基板30をヒーター32により例えば110℃の温度下で60秒間加熱してレジスト膜31をプリバークして、レジスト膜31から溶媒を揮散させると共にレジスト膜31からCO₂ガスなどのガスを放出させる。

【0092】

次に、半導体基板30を、第2の処理室320から、内部が 1.0×10^{-6} Pa程度の真空中に保たれている第3の処理室330にインラインで移送した後、該第3の処理室330の内部において、図4（c）に示すように、例えば13nm帯の波長を持つEUV光を反射型マスク33に導いた後、該反射型マスク33により反射されたEUV光34を反射縮小光学系35により例えば1/5程度に縮小してレジスト膜31に照射させてパターン露光を行なって、レジスト膜31に露光部31aと未露光部31bとを形成する。

【0093】

次に、半導体基板30を、第3の処理室330から第2の処理室320にインラインで移送した後、該第2の処理室320の内部において、図5（a）に示すように、半導体基板30をヒーター36により例えば130℃の温度下で60秒間加熱してレジスト膜31をポストバークして、レジスト膜31の露光部31a及び未露光部31bのうちパターン露光により酸が発生している部分において酸の拡散を促進すると共に、レジスト膜31からCO₂ガスなどのガスを放出させる。

【0094】

次に、半導体基板30を、第2の処理室320から、内部が 1.0×10^{-5} Pa程度の真空中に保たれている第4の処理室340にインラインで移送した後、該第4の処理室340の内部において、レジスト膜31の表面にシリル化剤を供給して、図5（b）に示すように、レジスト膜31の露光部31a及び未露光部31bのうちパターン露光により酸が発生している部分の表面にシリル化層37を形成する。

【0095】

次に、半導体基板30を、第4の処理室340から、内部が 1.0×10^{-6} Pa

a 程度の真空に保たれている第 5 の処理室 3 5 0 にインラインで移送した後、該第 5 の処理室 3 5 0 の内部において、レジスト膜 3 1 に対してシリル化層 3 7 をハードマスクとしてエッチングを行なうドライ現像を行なって、図 5 (c) に示すように、レジスト膜 3 1 の未露光部 3 1 b からなるレジストパターン 3 8 を形成する。

【 0 0 9 6 】

第 6 の実施形態によると、プリベーク工程は真空中で行なわれるため、プリベーク工程においてレジスト膜 3 1 から CO_2 ガスなどのガスが放出されるので、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜 3 1 に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難い。

【 0 0 9 7 】

また、ポストベーク工程も真空中で行なわれるため、レジスト膜 3 1 に対してドライ現像（プラズマエッチング）を行なってレジストパターン 3 8 を形成する工程、及びプラズマエッチングにより被エッチング膜からなるパターンを形成する工程において、チャンバー内に発生しているプラズマに、レジスト膜 3 1 から発生したガスが混合される事態を低減できる。このため、プラズマエッチングの途中でプラズマの状態が変化する事態を防止できるので、良好なレジストパターンが得られると共に、被エッチング膜からなるパターンの壁面にラフネスが現われ難くなる。

【 0 0 9 8 】

図 9 は、第 4 の実施形態における第 2 の処理室 1 2 0、第 5 の実施形態における第 2 の処理室 2 2 0 及び第 6 の実施形態における第 3 の処理室 3 2 0 の断面構造を示しており、図 9 に示すように、第 2 の処理室 1 2 0、2 2 0、3 2 0 の上部には、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 に対して、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 が感光しない程度の長波長光（例えば可視光）を照射するランプ 4 0 1 が設けられている。このため、プリベーク工程において、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 に対して長波長光を照射しながら加熱できるので、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 からのガスの放出が促進される。

【 0 0 9 9 】

また、図 9 に示すように、第 2 の処理室 1 2 0、2 2 0、3 2 0 には、内部に発生したガスを強制的に排出する手段、例えば大容量の排気量を持つターボポンプ 4 0 2 が設けられている。このため、プリベーク工程においてレジスト膜 1 1、2 1、3 1 から放出された CO_2 ガスなどのガスは、強制的に外部に排出されるので、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 から放出されたガスが、レジスト膜 1 1、2 1、3 1 の表面に再び付着したり、又は反射型マスク 1 3、2 3、3 3 の表面若しくは光学系ミラーに付着したりする事態を防止することができる。

【0 1 0 0】

【発明の効果】

本発明に係るパターン形成方法によると、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスが放出されるため、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難くなるので、レジスト膜から発生するガスの反応生成物がレジストパターンの壁面に付着しなくなり、これによって、良好な断面形状を持つレジストパターンを形成することができる。

【0 1 0 1】

また、本発明に係る半導体装置の製造方法によると、プリベーク工程においてレジスト膜から CO_2 ガスなどのガスを放出させることができるため、EUV 光を真空中において高エネルギーでレジスト膜に照射する露光工程を行なっても、露光工程において脱ガス現象が起き難くなるので、レジスト膜から発生するガスの反応生成物がレジストパターンの壁面に付着しなくなり、これによって、良好な断面形状を持つレジストパターンを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) ～ (d) は、第 1 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 2】

(a) ～ (c) は、第 2 の実施形態に係るレジストパターンの形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 3】

(a)、(b)は、第2の実施形態に係るレジストパターンの形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 4】

(a)～(c)は、第3の実施形態に係るレジストパターンの形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 5】

(a)～(c)は、第3の実施形態に係るレジストパターンの形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 6】

第4の実施形態に係るレジストパターンの形成方法を行なう半導体装置の製造装置である。

【図 7】

第5の実施形態に係るレジストパターンの形成方法を行なう半導体装置の製造装置である。

【図 8】

第6の実施形態に係るレジストパターンの形成方法を行なう半導体装置の製造装置である。

【図 9】

第4、第5又は第6の実施形態に係るレジストパターンの形成方法を行なう半導体装置の製造装置における第2の処理室の概略断面図である。

【符号の説明】

- 1 0 半導体基板
- 1 1 レジスト膜
- 1 2 ヒーター
- 1 3 反射型マスク
- 1 4 E U V 光
- 1 5 反射縮小光学系
- 1 6 ヒーター

- 1 7 レジストパターン
- 2 0 半導体基板
- 2 1 レジスト膜
- 2 2 ヒーター
- 2 3 反射型マスク
- 2 4 E U V 光
- 2 5 反射縮小光学系
- 2 6 ヒーター
- 2 7 レジストパターン
- 3 0 半導体基板
- 3 1 レジスト膜
- 3 2 ヒーター
- 3 3 反射型マスク
- 3 4 E U V 光
- 3 5 反射縮小光学系
- 3 6 レジストパターン
- 3 7 シリル化層
- 3 8 レジストパターン
- 1 1 0 第 1 の処理室
- 1 2 0 第 2 の処理室
- 1 3 0 第 3 の処理室
- 2 1 0 第 1 の処理室
- 2 2 0 第 2 の処理室
- 2 3 0 第 3 の処理室
- 3 1 0 第 1 の処理室
- 3 2 0 第 2 の処理室
- 3 3 0 第 3 の処理室
- 3 4 0 第 4 の処理室
- 3 5 0 第 5 の処理室

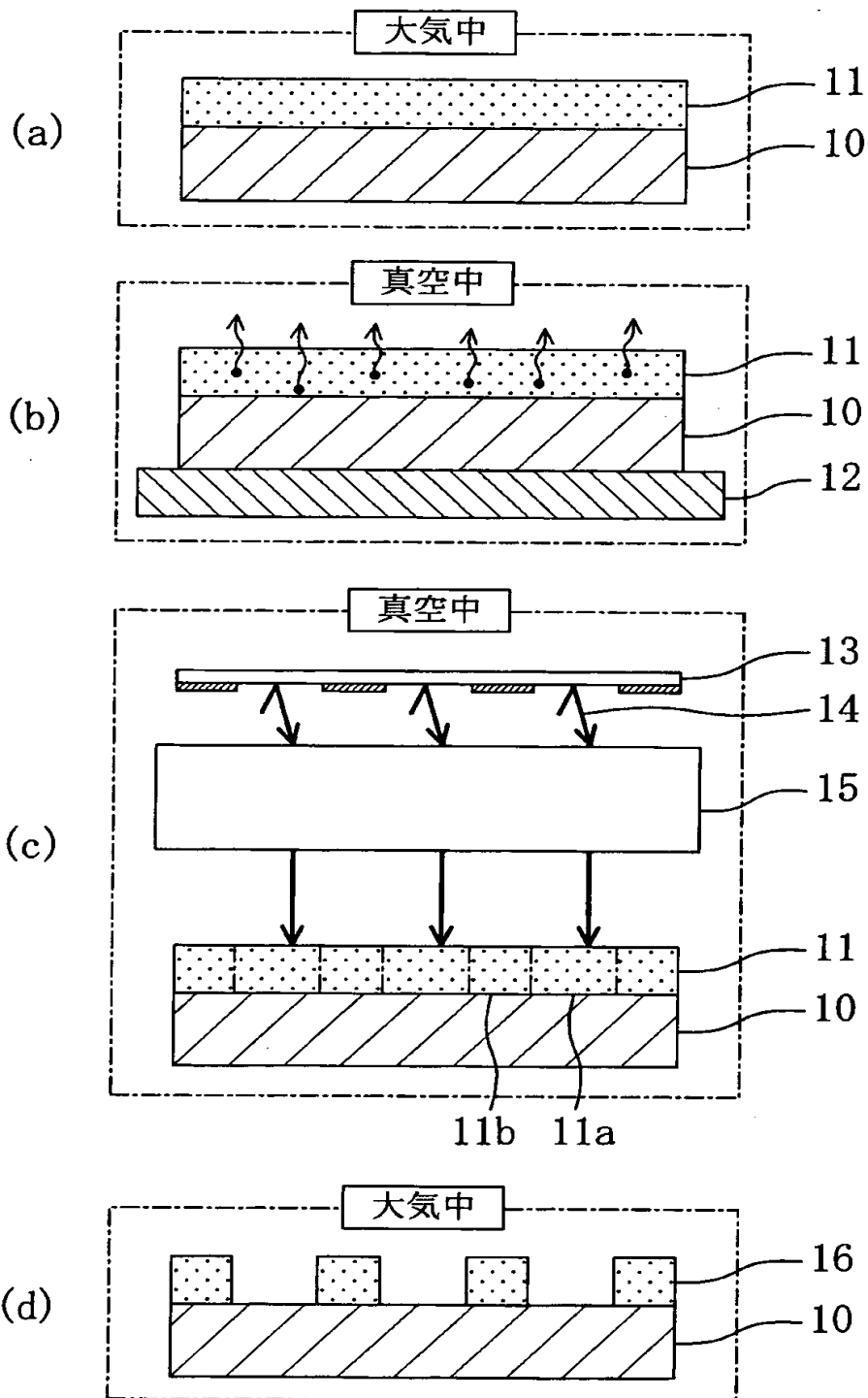
4 0 1 ランプ

4 0 2 ターボポンプ

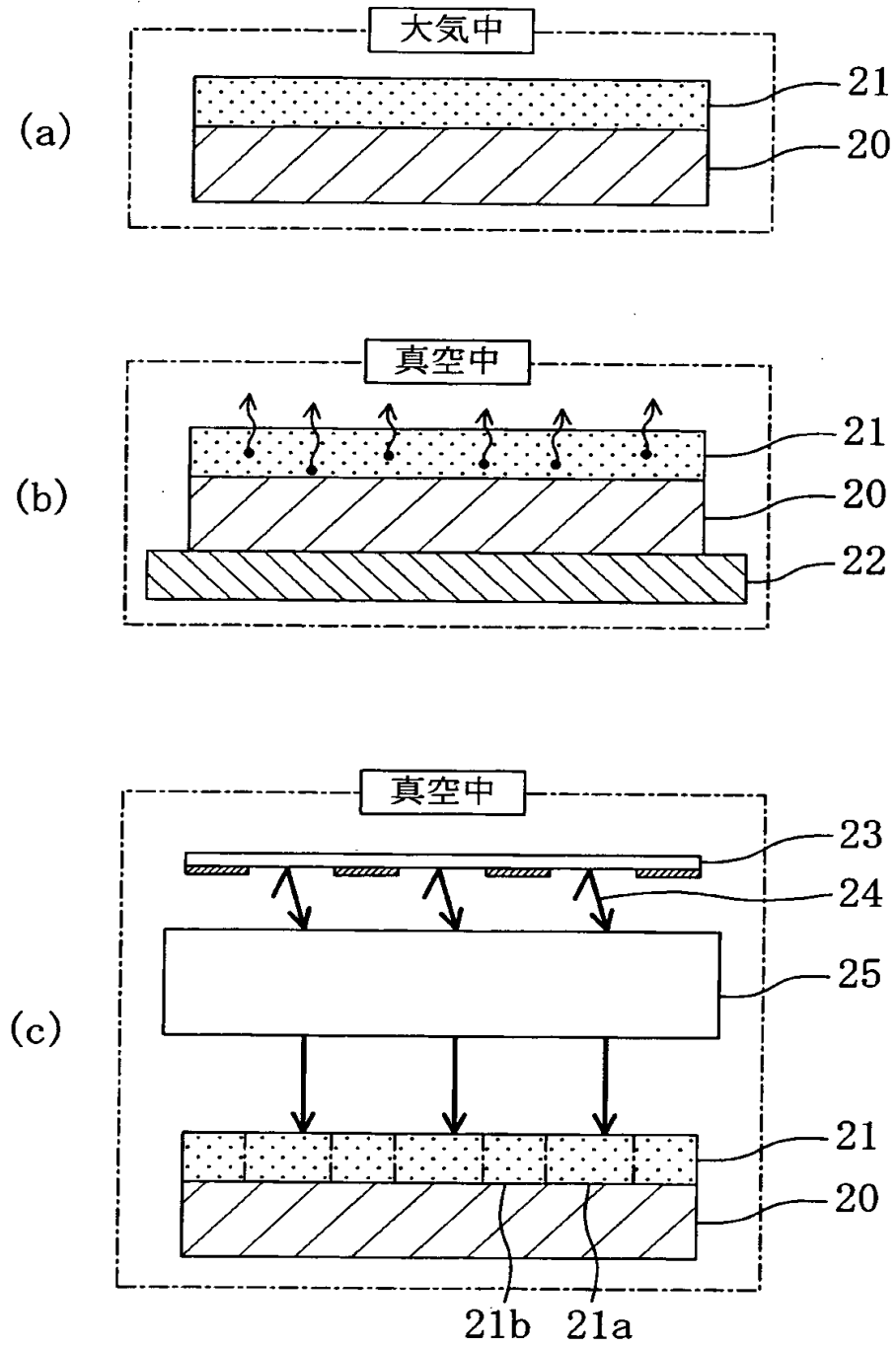
【書類名】

図面

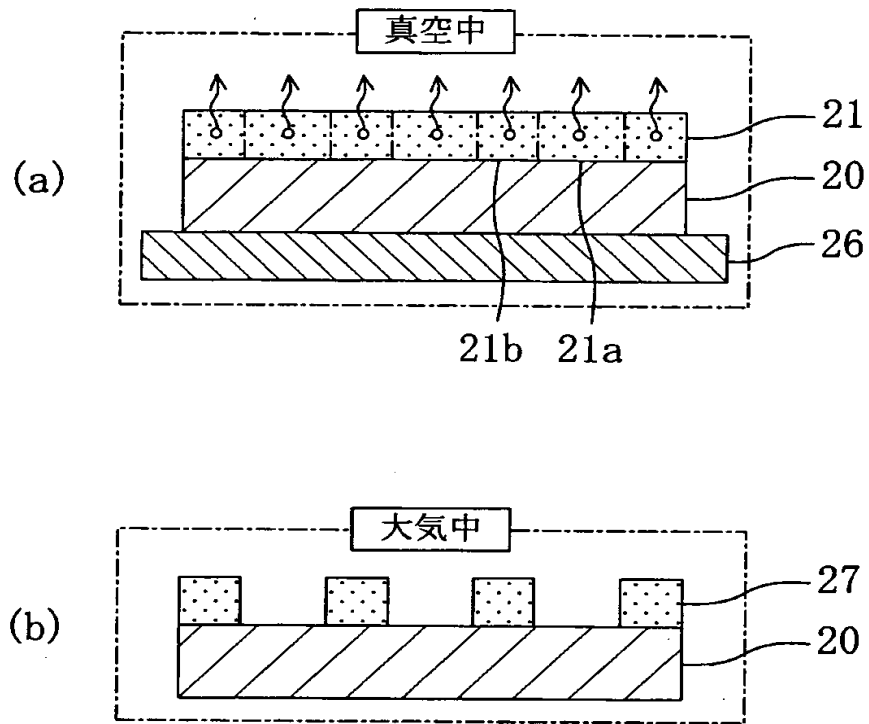
【図 1】



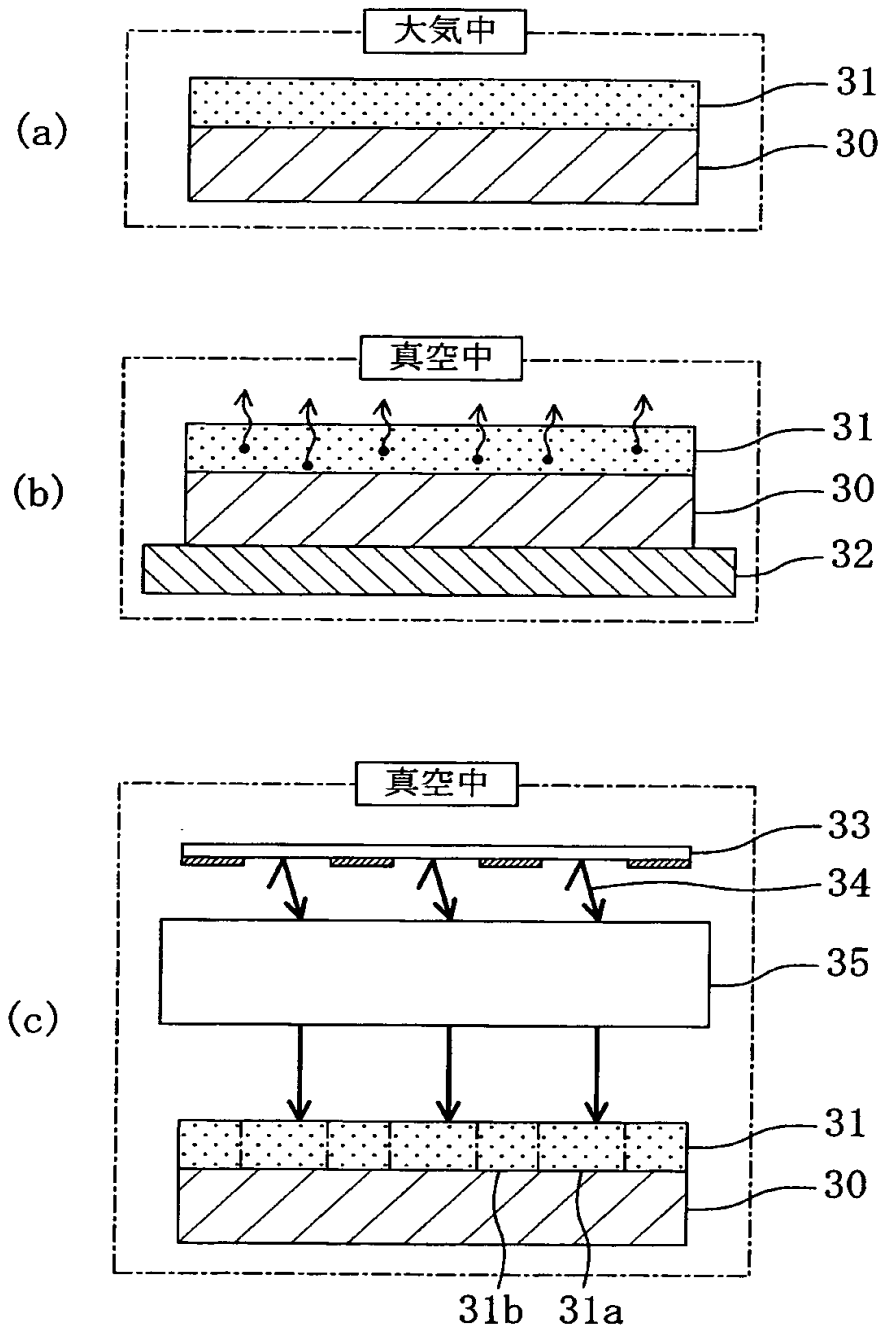
【図 2】



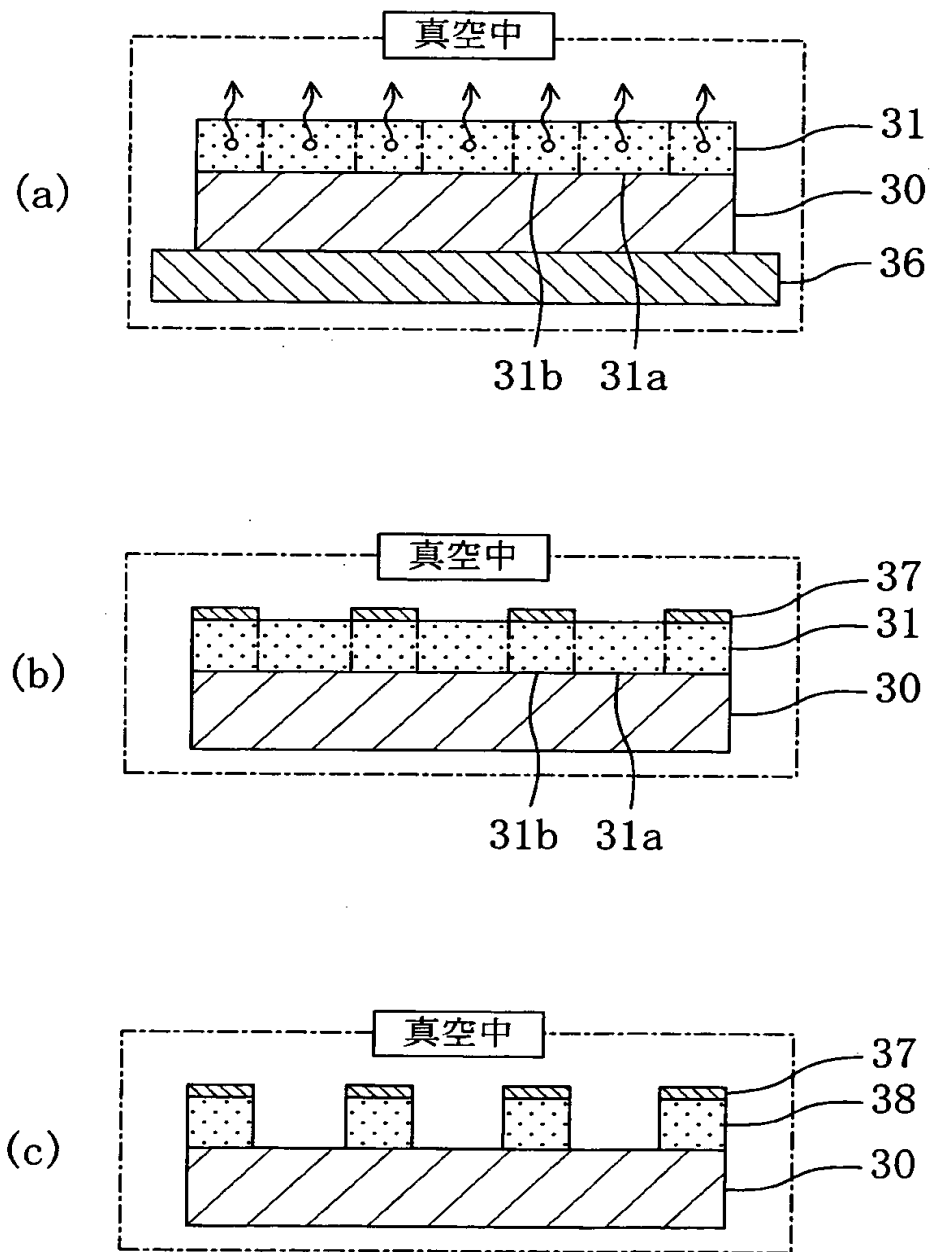
【図 3】



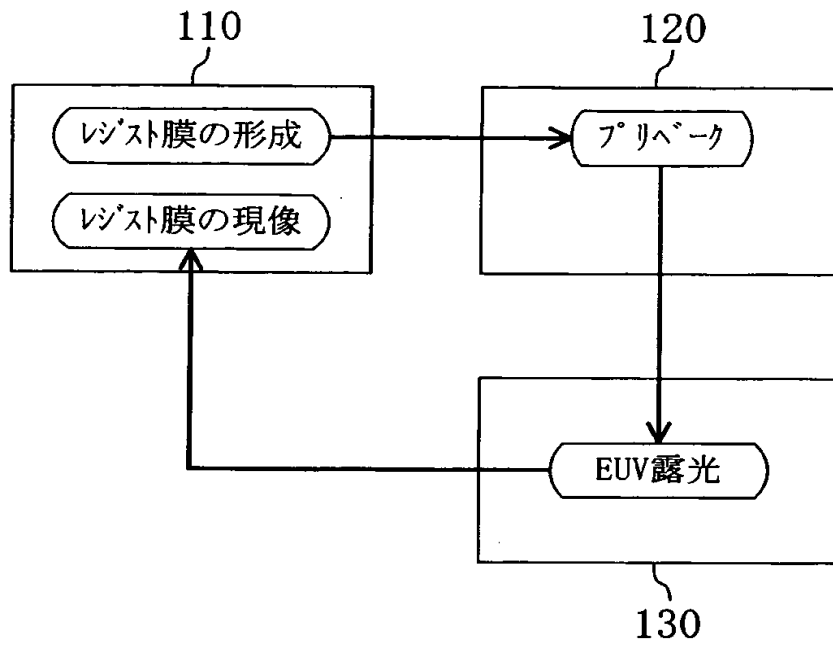
【図 4】



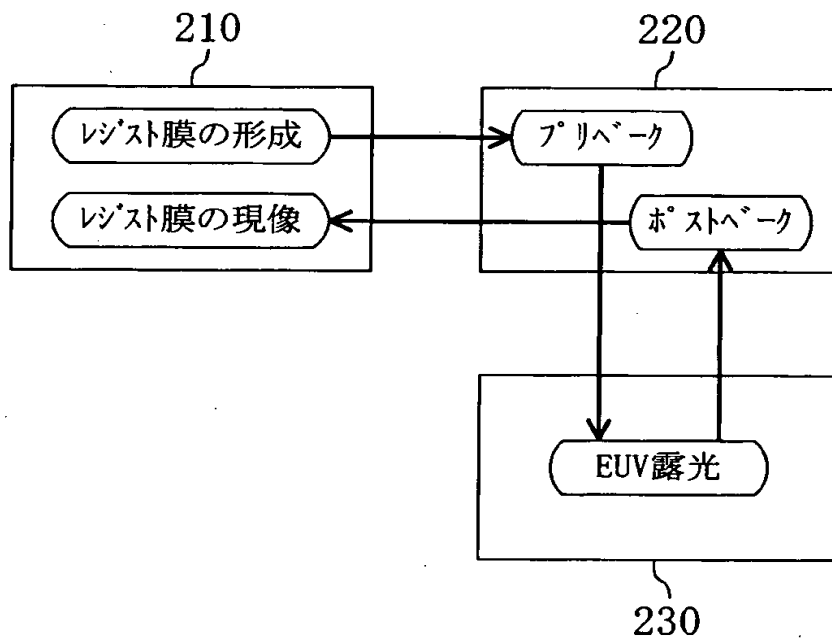
【図 5】



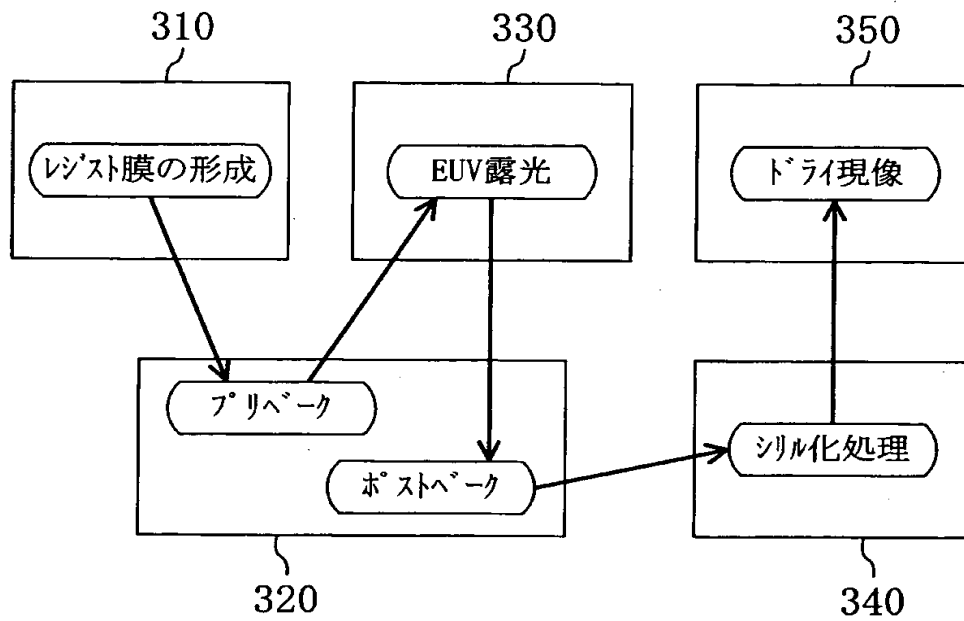
【図 6】



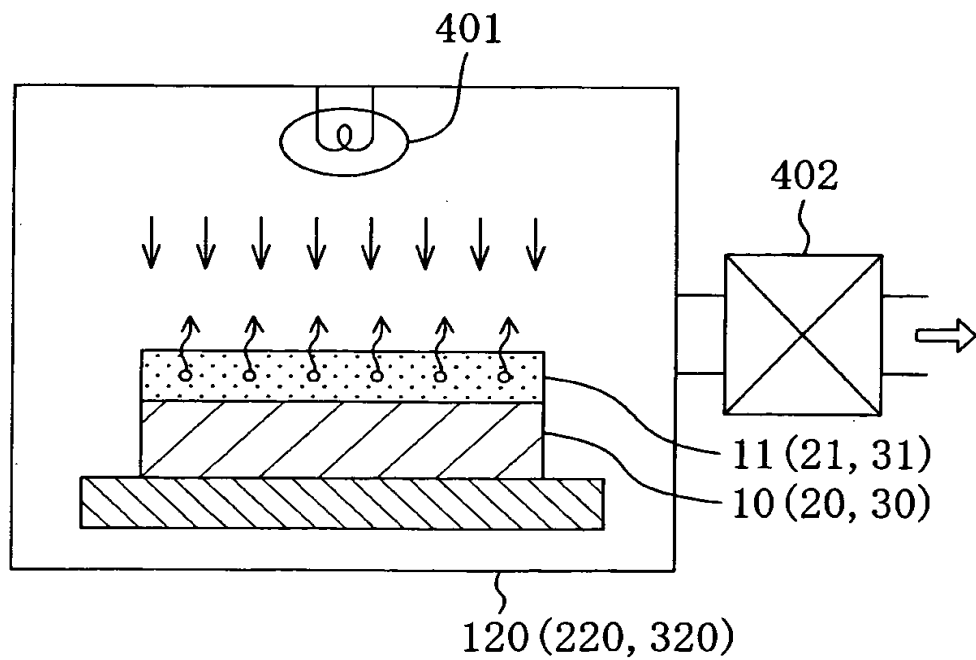
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 EUV光をレジスト膜に照射して得られたレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なったときに、被エッチング膜に形成されるパターンの壁面にラフネスが現われないようにする。

【解決手段】 1. 0×10^{-5} Pa 程度の真空中において、半導体基板 10 を加熱してレジスト膜 11 をプリベークして、レジスト膜 11 に含まれる溶媒を揮散させると共にレジスト膜 11 から CO_2 ガスなどのガスを放出させる。次に、 1.0×10^{-6} Pa 程度の真空中において、反射型マスク 13 により反射された EUV 光 14 を反射縮小光学系 15 により縮小してレジスト膜 11 に照射させてパターン露光を行なった後、大気中において、レジスト膜 11 を現像して、レジスト膜 11 の未露光部 11b からなるレジストパターン 16 を形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社